

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора — заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



(Handwritten signature)

» 11 2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ГЕНЕРАТОР МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЭТАЛОННЫЙ
КГ-1000**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КГ-1000-01 МП**

р. п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8.1 Подготовка к поверке.....	6
8.2 Опробование	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9.1 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП.....	7
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	9
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее — МП) определяет методы и средства первичной и периодической поверок генератора магнитного поля эталонного КГ–1000, заводской № 001 (далее — КГ–1000), используемого в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,000005 до 1000 МГц», изготовленного обществом с ограниченной ответственностью Научно-производственная компания «Эталон-Тест» (ООО НПК «Эталон-Тест»), г. Москва, г. Зеленоград.

1.2 Первичной поверке подлежит КГ–1000 до ввода его в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит КГ–1000, находящийся в эксплуатации или на хранении.

1.3 В рамках проводимой поверки подтверждается передача единицы напряженности магнитного поля, обеспечивающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот 0,01–30 МГц ГЭТ 44-2010, в соответствии с приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,000005 до 1000 МГц».

Поверка КГ–1000 в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А приказа Росстандарта № 3469 от 30.12.2019) проводится методом сличения с помощью компаратора, входящего в состав КГ–1000.

1.4 Передача КГ–1000 единицы напряженности магнитного поля поверяемым средствам измерений осуществляется методом прямых измерений или методом сличения с помощью компаратора в соответствии с приложением А приказа Росстандарта № 3469 от 30.12.2019.

1.5 В результате поверки КГ–1000 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 — Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряженности магнитного поля на частотах от 5 Гц до 50 Гц включительно, %	±8
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряженности магнитного поля на частотах свыше 50 Гц до 30 кГц включительно, %	±6

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки КГ–1000 должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 — Операции поверки КГ–1000

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения напряженности магнитного поля (далее — НМП)	9.1	да	да

2.2 На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки КГ–1000 на меньшем числе поддиапазонов измерений или при меньшем количестве значений измеряемых величин по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

Соответствующая запись должна быть сделана в документе КГ–1000.0049.21 ФО «Генератор магнитного поля эталонный КГ–1000. Формуляр» (далее — КГ–1000.0049.21 ФО).

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При поверке должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 — Условия при проведении поверки

Влияющая величина	Допускаемые значения
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 75
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795)
Напряжение питающей сети переменного тока, В	от 209 до 231
Частота напряжения питающей сети, Гц	от 49,5 до 50,5

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КГ–1000.0049.21 РЭ «Генератор магнитного поля эталонный КГ–1000. Руководство по эксплуатации» (далее — КГ–1000.0049.21 РЭ).

4.3 Операции поверки согласно п. п. 7.1–7.4, 8.1–8.2, 9.1.4–9.1.7, выполняются представителями эксплуатирующей КГ–1000 организации, допущенными к эксплуатации КГ–1000 в установленном порядке.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки КГ–1000 должны применяться средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 — Средства поверки

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.1	Государственный рабочий эталон единицы напряженности магнитного поля 1-го разряда в диапазоне частот от 5 Гц до 10 МГц РЭНМП-5Г/10М (рег. № 3.1.ZZT.0081.2013 (далее — РЭНМП-5Г/10М)), диапазон воспроизведения НМП от 0,05 до 3000 А/м в диапазоне частот от 5 до 60 Гц, от 0,05 до 300 А/м в диапазоне частот от 60 до 2000 Гц, от 0,005 до 300 А/м в диапазоне частот от 2 до 30 кГц, от 0,005 до 100 А/м в диапазоне частот от 30 до 100 кГц, от 0,005 до 3 А/м в диапазоне частот от 100 до 400 кГц; пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения НМП: $\pm 3\%$

5.2 РЭНМП-5Г/10М используется при поверке в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,000005 до 1000 МГц (Приложение А приказа Росстандарта от 30.12.2019 № 3469).

5.3 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие подтверждение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.4 Средства поверки должны быть исправны и поверены (аттестованы).

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на КГ–1000 и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при отключённом питании.

6.4 Размещение и снятие компараторной антенны в рабочей зоне КГ–1000 допускается производить только при отключённом напряжении на выходе задающего генератора.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр КГ–1000 проводить визуально; при этом проверить:

- наличие эксплуатационной документации на КГ–1000;
- комплектность, маркировку и пломбировку составных частей КГ–1000 согласно эксплуатационной документации;
- наличие в эксплуатационной документации информации о значениях коэффициента преобразования КГ–1000 в диапазоне рабочих частот;
- актуальность поверки вспомогательного оборудования (генератор сигналов DS360 (далее — генератор DS360), вольтметр цифровой В7-78/1 (далее — вольтметр В7-78/1));

- отсутствие видимых механических повреждений на составных частях КГ–1000 (устройстве полеобразующем УП–1000 (далее — УП–1000), компараторе магнитного поля КМП–1000 (далее — компаратор МП), соединительных кабелях);
- отсутствие видимых повреждений и загрязнений на соединительных разъемах;
- наличие эксплуатационной документации на компаратор МП.

7.2 Проверку комплектности КГ–1000 проводить сличением фактической комплектности с комплектностью, приведенной в документе КГ–1000.0049.21 ФО.

7.3 Проверку маркирования и пломбирования (целостности наклеек) производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе КГ–1000.0049.21 РЭ «Генератор магнитного поля эталонный КГ–1000. Руководство по эксплуатации» (далее — КГ–1000.0049.21 РЭ).

7.4 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- на КГ–1000 имеется в наличии эксплуатационная документация в составе: КГ–1000.0049.21 РЭ, КГ–1000.0049.21 ФО;
- комплектность КГ–1000 соответствует разделу 4 КГ–1000.0049.21 ФО;
- маркировка и пломбировка соответствуют разделу 7.4 КГ–1000.0049.21 РЭ;
- в КГ–1000.0049.21 ФО, КГ–1000.0049.21 РЭ приведены значения частотнозависимого коэффициента преобразования КГ–1000;
- в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений содержатся действительные сведения о результатах поверки вспомогательного оборудования (генератор DS360, вольтметр В7-78/1);
- на составных частях КГ–1000 (УП–1000, компараторе МП, соединительных кабелях) отсутствуют видимые механические повреждения;
- соединительные разъемы обеспечивают надежное соединение и на них отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;
- на компаратор МП имеется в наличии документ КМП–1000.0049.21 РЭ.

В противном случае результат внешнего осмотра считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, установленные в КГ–1000.0049.21 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить КГ–1000 к работе согласно КГ–1000.0049.21 РЭ.

8.2.2 Расположить антенну измерительную магнитную П6-70 (далее — антенна П6-70) из состава компаратора МП в УП–1000 таким образом, чтобы геометрические центры её рамки и УП–1000 совпадали, а витки антенны П6-70 и УП–1000 были параллельны.

8.2.3 Подсоединить антенну П6-70 к шумомеру-виброметру, анализатору спектра «Экофизика-110А» (далее — ИИБ).

8.2.4 Включить питание ИИБ. Установить на ИИБ следующие параметры измерений:

- режим работы ИИБ: «HF»;
- диапазон измерений: «Д2»;
- полоса пропускания (BW): «2 Гц»;
- единица измерения: «дБмкВ».

Зафиксировать в рабочем журнале показание компаратора МП до подачи выходного напряжения генератора DS360.

8.2.5 После установки рабочего режима компаратора и вспомогательных приборов из состава КГ–1000, установить согласно КГ–1000.0049.21 РЭ в рабочей зоне УП–1000 значение НМП 1 А/м на частоте 1 кГц.

8.2.6 Считать показание компаратора I_2 и записать его в рабочем журнале.

8.2.7 Результат опробования считать положительным, если:

- показание компаратора МП до подачи напряжения не превышает 20 дБмкВ;
- значение Π_2 находится в пределах от 78,7 до 79,7 дБмкВ.

В противном случае результат опробования КГ–1000 считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

Результаты опробования занести в протокол поверки.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП

9.1.1 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты проводить методом компарирования (сравнения показаний компаратора, полученных в КГ–1000, с показаниями компаратора, полученными в эталонном средстве поверки (далее — эталон)) при значениях частоты F , равных 5, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300, 500, 700, 1000, 3000, 5000, 7000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000 Гц и значениях НМП $H_{ГМП}^{уст}$ на каждой частоте, равных 1 А/м.

9.1.2 При поверке используются: компаратор МП из состава КГ–1000 и эталонное средство — РЭНМП-5Г/10М.

9.1.3 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП проводить в два последовательных этапа:

- измерения в КГ–1000;
- измерения в РЭНМП-5Г/10М.

9.1.4 Измерения в КГ–1000 в каждой частотной точке из приведённых в п. 9.1.1, проводить в следующей последовательности.

9.1.4.1 Подготовить КГ–1000 к работе согласно КГ–1000.0049.21 РЭ.

9.1.4.2 Расположить антенну П6-70 из состава компаратора МП, входящего в комплект КГ–1000, в УП–1000 таким образом, чтобы геометрические центры её рамки и УП–1000 совпадали, а витки антенны П6-70 и УП–1000 были параллельны.

9.1.4.3 Подсоединить антенну П6-70 к ИИБ.

9.1.4.4 Подготовить компаратор МП к работе согласно его руководству по эксплуатации КМП–1000.0049.21 РЭ. При работе с компаратором МП установить следующие параметры ИИБ:

- режим работы ИИБ: «HF»;
- диапазон измерений: «Д2»;
- полоса пропускания (BW): «2 Гц»;
- единица измерения: «дБмкВ».

9.1.4.5 После установки рабочего режима компаратора МП и вспомогательных приборов из состава КГ–1000, установить в рабочей зоне КГ–1000 согласно руководству по эксплуатации КГ–1000.0049.21 РЭ, магнитное поле с частотой F и НМП $H_{ГМП}^{уст}$ в соответствии с п. 9.1.1.

9.1.4.6 Считать показания компаратора $\Pi_{ГМП}^0$ и $\Pi_{ГМП}^{180}$ для углов поворота антенны П6-70 относительно оси её рукоятки 0° и 180° . Результаты измерений записать в рабочем журнале.

9.1.4.7 Вычислить среднее арифметическое показаний компаратора МП в КГ–1000 по формуле (1):

$$\Pi_{ГМП}^{cp} = \frac{\Pi_{ГМП}^0 + \Pi_{ГМП}^{180}}{2}. \quad (1)$$

Результат вычисления записать в рабочем журнале.

9.1.4.8 Выполнить операции п. п. 9.1.4.5–9.1.4.7, последовательно устанавливая значения частоты F и НМП $H_{ГМП}^{уст}$, в соответствии с п. 9.1.1.

9.1.5 Полученные результаты измерений $\Pi_{ГМП}^0$ и $\Pi_{ГМП}^{180}$ в КГ–1000 и вычислений $\Pi_{ГМП}^{cp}$ оформить протоколом.

9.1.6 Компаратор МП и составленный протокол направить к месту расположения РЭНМП-5Г/10М.

9.1.7 Измерения в РЭНМП-5Г/10М в каждой частотной точке (согласно п. 9.1.1) проводить в следующей последовательности.

9.1.7.1 Подготовить РЭНМП-5Г/10М к работе согласно его эксплуатационной документации.

9.1.7.2 Расположить антенну П6-70 из состава компаратора МП, входящего в комплект КГ-1000, в центре рабочей зоны РЭНМП-5Г/10М так, чтобы геометрический центр её рамки совпадал с центром рабочей зоны, а плоскость рамки антенны П6-70 была перпендикулярна вектору НМП.

9.1.7.3 Подсоединить антенну П6-70 к ИИБ.

9.1.7.4 Подготовить компаратор МП к работе согласно его руководству по эксплуатации КМП-1000.0049.21 РЭ. При работе с компаратором МП установить следующие параметры ИИБ:

- режим работы ИИБ: «HF»;
- диапазон измерений: «Д2»;
- полоса пропускания (BW): «2 Гц»;
- единица измерения: «дБмкВ».

9.1.7.5 После установки рабочего режима компаратора МП и вспомогательных приборов из состава РЭНМП-5Г/10М, установить в рабочей зоне РЭНМП-5Г/10М согласно его руководству по эксплуатации магнитное поле частотой F , соответствующей выбранной точке поверки, и напряженностью H_{Σ} такой, чтобы показание компаратора $P_{\Sigma MP}^0$ было как можно ближе к среднему значению показаний компаратора МП $P_{ГМП}^{cp}$, полученному в этой точке поверки при проведении измерений в КГ-1000 (значения $P_{ГМП}^{cp}$ приведены в протоколе (см. п. 9.1.5)).

Отличие $P_{\Sigma MP}^0$ от $P_{ГМП}^{cp}$, должно быть в пределах $\pm 10\%$.

9.1.7.6 Считать показания компаратора $P_{\Sigma MP}^0$ и $P_{\Sigma MP}^{180}$ для углов поворота антенны П6-70 относительно оси ее рукоятки 0° и 180° . Результаты измерений записать в рабочем журнале.

9.1.7.7 Вычислить среднее арифметическое показаний компаратора МП в КГ-1000 по формуле (2):

$$P_{\Sigma MP}^{cp} = \frac{P_{\Sigma MP}^0 + P_{\Sigma MP}^{180}}{2}. \quad (2)$$

Результат вычисления записать в рабочем журнале.

9.1.7.8 Выполнить операции п. п. 9.1.7.5–9.1.7.7, последовательно устанавливая значения частоты F и НМП $H_{ГМП}^{уст}$, в соответствии с п. 9.1.1.

9.1.8 После проведения измерений в КГ-1000 и в РЭНМП-5Г/10М, определить в каждой частотной точке (см. п. 9.1.1) измеренное в А/м значение НМП $H_{ГМП}^{изм}$, воспроизводимое в КГ-1000, по формуле (3):

$$H_{ГМП}^{изм} = H_{\Sigma} \cdot 10^{\frac{P_{ГМП}^{cp} - P_{\Sigma MP}^{cp}}{20}}. \quad (3)$$

Результат определения $H_{ГМП}^{изм}$ записать в рабочем журнале.

9.1.9 Определить по формуле (4) относительную погрешность воспроизведения НМП δ_{HF} для всех точек поверки, приведенных в п. 9.1.1:

$$\delta_{HF} = 100 \cdot \frac{H_{ГМП}^{уст} - H_{ГМП}^{изм}}{H_{ГМП}^{изм}}. \quad (4)$$

Результат определения δ_{HF} записать в рабочем журнале.

9.1.10 Результат поверки по определению относительной погрешности воспроизведения НМП в КГ-1000 считать положительным, если значения δ_{HF} во всех точках поверки, указанных в п. 9.1.1, находятся в следующих пределах:

- на частотах от 5 до 50 Гц включительно: $\pm 8\%$;
- на частотах свыше 50 Гц до 30 кГц включительно: $\pm 6\%$.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 При положительных результатах поверки КГ–1000 признаётся пригодным к применению (соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019 г., подтверждено).

10.2 При отрицательных результатах поверки КГ–1000 признаётся непригодным к применению (соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019 г., не подтверждено).

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Положительные результаты поверки оформляются протоколом, подтверждающим соответствие КГ–1000, заводской № 001, обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019 г.

При проведении поверки КГ–1000, заводской № 001, на меньшем числе поддиапазонов измерений или при меньшем количестве значений измеряемых величин, должна быть сделана соответствующая запись в протоколе поверки и эксплуатационных документах.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Старший научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Лукьянов